

A talajmikroszervezetek és a herbicidek kölcsönhatásáról I.

(Szakirodalmi összefoglalás.)

A termelés mai színvonalán a gyomkártétel világviszonylatban is 20–25%-kal csökkenti a növénytermesztés gyommentes viszonyok között lehetséges eredményét. Hazánkban az évjáráttól függően a vetésterület 15–40%-át felesleges és káros gyomnövények borítják. Ennek következményeként 15–20%-kal kevesebb a növénytermesztés egyébként lehetséges értéktelme. A korszerű mező- és erdőgazdaság termelési folyamataiban előforduló növényápolási és növényvédelmi gyakorlat egyik legfontosabb feladata a gyomkártétel csökkentése vagy megszüntetése. A második világháború után egyre rohamosabban terjedt el a gyomnövények irtásának kemizált módszere az ún. vegyszeres gyomirtás. E technika lényege, hogy alkalmas módon és időpontban, megfelelő vegyszereket (herbicideket) juttatnak a gyomnövényhez. Ezek az érintkezés helyén kausztikus folyamatokban, ill. a felszívódás, és a hatáskifejtés helyére történő transzlokálódás után az élettani mechanizmust befolyásolva, elpusztítják a gyomnövényt. A gyomnövények irtásához alkalmazott herbicidek száma ma már száznál is több. Hatóanyagaik különböző szerves és szervetlen vegyületek [60].

A vegyszeres növényvédelemben felhasznált kemikáliáknak az agrobiocénózisokra gyakorolt hatásával kapcsolatosan napjainkban már számos adat birtokában vagyunk. Egyrészt előnyös számunkra a termeléshez nem kívánatos élőszervezetek elpusztítása, másrészt ugyanekkor hátrányos lehet a — különböző mellékhatások következményeként — bizonyos nem kívánatos kísérőjelenségek fellépése: így az ún. negatív szelekció, amikor pl. a kiirtott szervezetek helyére más káros organizmusok lépnek, avagy egyenesen a hasznos szervezetek pusztítása. Ez utóbbiak a vegyi preparátumok nem mindig megfelelő hatásából, nem kielégítő szelektivitásából, ill. célszerűtlen használatából származnak. Ezeknek a káros mellék kö-

vetkezményeknek a kiküszöbölése egyre sürgetőbbé válik. E tapasztalatok egyúttal felhívják a figyelmet a vegyszeres gyomirtás talajbiológiai hatásának vizsgálatára is, mivel a talajokban élő mikroszervezetek közösségei mint ismeretes, az agrobiocénózisok integráns elemei. A vegyszeres növényvédelem talajbiológiai következményeinek kutatását a talajok biológiai tevékenységének és aktivitás szintjének fenntartása szempontjából FEHÉR DÁNIEL (17) és VARGA LAJOS (cit.[17]) ugyancsak döntő fontosságúnak tartotta.

A különböző vegyi anyagoknak, így a herbicideknek is az egyes élő szervezetekre gyakorolt hatása a környezeti feltételektől függően, más-más természetű lehet. A gyomirtáshoz felhasznált vegyszerek részben vagy egészben a talajba kerülnek. A talajba került herbicidek az élőszervezetek bizonyos csoportjára, így a magasabbrendű növényekre szelektíven toxikusak. A növénytermelés eredményeinek kialakításában egyik szabályzó tényező a talajnak (mint alapvető termelési eszköznek) a természetes termékenység. Ennek létrejöttében, fenntartásában és fokozásában a talajban élő mikroszervezetek igen lényeges szerepet játszanak. Ezért a mikroflóra tevékenységét úgy kell biztosítani és szabályozni, hogy a talajnak az adott körülmények között elérhető maximális termékenységét a termelési cél érdekében leginkább megközelíthessük, és ezt hosszabb időn keresztül optimálisan kihasználva, fenntarthassuk. Célszerű megismerni a vegyszeres gyomirtószerek hatását a talaj egyes élőszervezeteire. Nem tisztázott még kellőképpen, hogy a toxikusan ható herbicideknek a magasabbrendű növényeken kívül más szervezetekre, így a talaj mikroszervezeteire milyen hatása van. Nem lenne kívánatos a talaj mikroflóra tevékenységét a vegyszeres gyomirtás révén olyan irányba befolyásolni, amely a talaj természetes termékenységét és egyúttal a termelés egyébként lehetséges szintjét csökkenti.

Ismeretes, hogy a talajba került herbicidek toxikus, illetve gyomirtó hatása különböző ideig érvényesül. Ennek a ténynek praktikus gazdasági jelentősége van. Feltételezhető, hogy a hatás időtartamának szabályozásában a talajmikrobák is közrejátszanak. A herbicid hatást csökkentő abiotikus tényezők mellett ezekkel komplex együttműködésben a mikroszervezetek detoxifikáló tevékenységére is számíthatunk, mivel minden talajba került szervesanyag előbb vagy utóbb a mikroszervezetek lebontó és építő tevékenységének következtében átalakul.

Századunkban a korszerű mező- és erdőgazdaság termelési folyamatainak kemizálása egyre fokozódik. Az egyéb kemizált technikák mellett a gyomkártétel csökkentésére a gyomnövények irtásának vegyszeres módszere is mindjobban tért hódít. A kémiai jellegű technikák alkalmazása mind eredményében, mind gazdasági kihatásaiban általában előnyösebb a korábban alkalmazott eljárásoknál. Elterjedésük fokozódása éppen ebben rejlik. Ezért a már ma is nagy volumenű kemizálás, illetve a mind nagyobb mennyiségű vegyianyag felhasználás minden valószí-

nűség szerint minőségében és mennyiségében tovább fokozódik [60]. A vegyszeres gyomirtással és általában a vegyszeres növényvédelemmel együttjáró nem kívánatos mellékhatások időben történő felderítése és kiküszöbölése időszerrű feladat. A mezőgazdasági termelés előtt álló óriási és mind inkább növekvő feladatokat csak akkor tudjuk megoldani, ha a termelések eredményét szabályozó tényezők kedvező érvényesülését tudatosan is elősegítjük. Ezért minden olyan nem kívánatos mellékjelenséget, amely a termelés eredményét valamilyen formában csökkentheti, fel kell derítenünk és meg kell szüntetnünk.

E témakörben közölt hazai és külföldi tanulmányok bemutatásával és elemzésével célunk az eddig feltárt ismeretek összefoglalása. Teljességre természetesen nem törekedhettünk, de a viszonylag nagy számú anyag birtokában ma már néhány általánosítható és szemlélet kialakító megállapítást is tehettünk. Munkánkhoz igen nagy segítséget nyújtott DOMSCH [15] tanulmánya, amelyben a szerző az 1963. évig megjelentetett ismereteket foglalta össze.

1. A talajba került herbicidek hatása a talajban élő mikroszervezetekre

Az irodalmi anyagban közölt vizsgálatok eredményei meglehetősen sokrétűek és esetenként ellent is mondanak egymásnak. Ennek oka egyrészt a vizsgált talajbiológiai történések komplex és változó voltában, másrészt a vizsgált herbicidek és mikrobák sokféleségében, valamint az alkalmazott vizsgálati módszerek eltérő, nem mindig kielégítő voltában keresendő.

A kísérletek folyamán megállapítást nyert, hogy a gyomirtáshoz használatos ugyanazon preparátum is esetenként serkentő, máskor gátló hatású lehet, avagy éppen teljesen inaktív a vizsgált mikroorganizmusok anyagserejére. A mikrobiológiában többé-kevésbé ismeretes a mikroszervezetek viselkedése bizonyos vegyi anyagokkal szemben [30]. A szervezetek életfolyamatait adott határok között a maguk (belső-) és környezetük (külső-) igen sok szabályzó tényezője komplex módon alakítja ki. Az élő organizmusban vegyi anyagokkal kiváltott anyagsereváltozások jellege az illető kémiai anyag természete, az adott külső feltételek és az élőszervezet sajátosság anyagsere típusa által komplex módon meghatározott [14]. A sejtbe került anyagok jelenlétükkel befolyásolják a sejt további életfolyamatait. Reakcióba léphetnek a sejt fontos plaz-

matikus alkatelemeivel. Ezen keresztül bekapcsolódhatnak a sejtben folyó komplex biokémiai-biofizikai folyamatokba és a sejtállomány normális fizikokémiai egyensúlyát változtathatják meg. Jelenlétükkel az életfolyamatok mechanizmusát serkentetik, gátolhatják, vagy azokat esetleg nem is befolyásolják. Végül bizonyos esetekben egyes anyagok a további, normális szintű élettani folyamatokhoz nélkülözhetetlenné válhatnak.

A rendelkezésünkre állott irodalmi anyagban tizennégy herbicid hatóanyag-típusnak különböző mikroszervezetekre gyakorolt hatására vonatkozóan találtunk adatokat.

Az irodalmi adatok elemzése során a jelenségek megismeréséhez egyaránt fel kívántuk használni az *in vitro* és *in vivo* körülmények között végzett vizsgálatok eredményeit. Az egyszerűbb, *in vitro* rendszerekben végzett kísérletek természetes körülmények közötti értelmezése igen nehéz és óvatosságot követelő feladat. Nem valószínű, hogy a laboratóriumi kísérletben alkalmazott herbicidanyagok a természetes talajban is ugyanolyan hatásúak a mikroszervezetekre, mint az *in vitro* körülmények között. A herbicideknek laboratóriumi vizsgálatok keretében

kimutatott hatását kielégítő korrigálási lehetőségeink hiányában csupán tájékoztató jellegű megismerésnek tekinthetjük, amelyből legfeljebb tendenciájában lehetséges a természetes körülmények között lefolyó jelenségekre visszakövetkeztetni. Az in vitro kísérletek eredményeinek a talaj természetes viszonyaira történő értelmezése csak akkor lehetne valóságos, ha ismernénk azt a különbséget, mely a két rendszernek a herbicidhatás jellegére és mértékére történő befolyásában jelentkezik. Ennek hiányában meg kell elégedni FLETCHER, DICKENSON, RAYMOND [20] megállapításával, miszerint a herbicidek aktivitása a mikroszervezetekre a táptalajban kifejtett hatásokhoz képest a talaj heterogénebb rendszerében mérséklődik.

A különböző publikációkban közölt megfigyelések egységes értelmezéséhez első nehézségként jelentkezett a felhasznált kemikália adagok összehasonlíthatóságának kimunkálása. Különösen a térfogat és felületegységekre megadott adagokkal végzett vizsgálatok eredményeinek összehasonlítása ütközik nehézségbe. A különböző dimenziókban közölt vegyszeradagok egységes értelmezéséhez kénytelenek voltunk megelégedni egy nem mindenben kielégítő, feltételezett viszonyítási alap bevezetésével. Úgy gondoljuk, hogyha így nem is kielégítően szabatos az egyes vizsgálatok összehasonlítása, de legalább jellegében és nagyságrendjében van némi lehetőség az eltérő mértékegységekben közölt herbicidadagok hatására megfigyelt különböző és azonos jelenségek összehasonlítására.

A gyomirtás során felhasznált azonos vegyszeradag talajtípusonként és horizontonként különböző herbicidkoncentrációt hozhat létre. Ennek mértékét több tényező együttesen alakítja ki. A talaj felszínére került herbicid mennyiségét a talaj fedettsége is befolyásolja. Az adagok értékelésénél ezt a tényezőt mellőznünk kellett és feltételeztük, hogy a felhasznált preparátum teljes egésze a talajra került. A talaj felületéről a vegyszer különböző tényezők összhatása alatt a talajba különböző mélységig keveredik be. A talaj felületére kerülő és onnan a talajba keveredett egységnyi mennyiségű herbicid egyenletes eloszlását feltételezve, a bekeveredés mélységétől függően hiperbola $y = \frac{a}{x}$ függvény szerint (ahol az a = herbicid mennyisége, x = térfogat és y = koncentráció) különböző herbicid koncentrációt idézhet elő. Azonban a herbicid

eloszlása a talajban, különböző okok következtében, gyakorlatilag sohasem egyenletes. Ennek megfelelően a talajnak a herbicidet tartalmazó rétegében a mikroszervezetek eltérő herbicid-koncentrációk hatása alá kerülnek. A bekeveredés és elosztottság tekintetében nem rendelkezünk megfelelő és elegendő ismerettel, amely révén lehetőségünk lett volna az egyes esetekre külön-külön a két egység közötti pontos átszámítás. Kénytelenek voltunk az egyszerűség kedvéért feltételezni, hogy a gyomirtáshoz felhasznált vegyszer teljes egészében a talajra kerül és annak felső 20 cm rétegében egyenletesen elosztva keveredik el. Ebben az esetben az 1 kg/kh adag a talaj felső 20 cm-es rétegében 0,8688 mg/l talaj (ppm) koncentrációban lenne jelen. Ezzel az egyszerű és feltételezett összefüggéssel csupán nagyságrendjében igyekeztünk a kétféle egységben megadott herbicidadagok között valamilyen összehasonlíthatóságot biztosítani.

Az irodalmi adatok egybevetésénél először is UBRIZSY [60] és DOMSCH [15] közlései alapján megállapítottuk, hogy a szóbanforgó herbicid típust a gyakorlatban gyomirtáshoz általában milyen adagolásban szokták felhasználni. Majd szükség szerint használva a fenti összefüggést, az adott vizsgálatban alkalmazott herbicid-dózist határoztuk meg kg/kh, illetve mg/l dimenziókban. Ezzel a különböző mértékegységekben közölt adagok mellett megfigyelt jelenségeket megközelítően összehasonlíthatóvá tettük.

Az irodalmi adatok tárgyalását a gyakorlatban szokásos nagyságú adagok jelenlétében megfigyelt serkentő vagy gátló hatások ismertetésével kezdjük.

A 2,4-D (2,4-diklorfenoxiecetsav alapú) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyet a gyomirtáshoz általában 0,8–2,5 kg/kh, azaz 0,69–2,17 mg/l nagyságú adagokban szokás felhasználni (60.).

FLIEG [22], FLIEG és PFAFF [23], KOIKE és GAINNEY [35], MORITA és AOKI [42], SLEPECKY és BECK [54], TEATER, MORTENSEN és PRATT [58] in vitro vizsgálatai szerint a gyakorlatban gyomirtáshoz általában szokásos nagyságú adagokban a nitrifikációs folyamatokat gátolta. ILYIN [31] közleménye szerint a rétleleglon általában használt adagjai a talajban élő protozoák fejlődését kedvezőtlenül befolyásolták. CARLYLE és THORPE [7], PAINE és FULTS [47], ANDERSON és BAKER [2], FLETCHER, DICKENSON, FORREST és RAYMOND [19.], FLETCHER és RAYMOND [21.] és mások [20] vizsgálataiból megállapítható, hogy egyes pillangósvirágú nő-

vények gyökerén a gumók képződését 0,0115–0,086–0,575–11,5 kg/kh, illetve 0,010–0,075–0,5–10,005 mg/l (a gyomirtás gyakorlatában is alkalmazott) nagyságú adagok akadályozták. COLMER [10, 11, 12, 13], DÖBEREINER és DA CRUZ-PAIXAO [16], SHKLYAR, VOEVODIN, BESHANOV [53], THORNTON [59] és GOARIN, DIDIER DE SAINT ARMAND [26] kísérletei szerint egy *Azotobacter* sp. és egy *Clostridium* sp. fejlődését a gyomirtáshoz szokásosan használt nagyságú adagok nem befolyásolták, míg egyes kísérletekben az *Azotobacter* sp. fejlődésének serkentését is megfigyelték.

A Simazin-szerű (2-klór-4,6-biszetilamino-s-triazin = KET) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 4–10 kg/kh, azaz 3,47–6,7 mg/l nagyságú adagokban szokás felhasználni [60].

POCHON és munkatársai [49] kísérleteikben 6,85 kg/kh, azaz 6 mg/l adag, a cellulóz bontó *Cellvibrio* és *Cytophaga* baktériumok fejlődését, az alkalmazást követően három hét után elhanyagolható mértékben gátolta. STEINBRENNER, NAGLITSCH és SHLICH [56] szerint 0,86–143,75 kg/kh, azaz 0,75–125 mg/l adag a szabadon élő légköri N₂ kötő, ammonifikáló, nitrifikáló mikroszervezeteket általában nem befolyásolta fejlődésükben, míg az alacsonyabb adagok jelenlétében serkentő hatásra következtettek. A fehérjebontó mikroorganizmusokat, közöttük a *Streptomyces*-eket egyes esetekben 0,86–1,72 kg/kh, azaz 0,75–1,5 mg/l adagok a felhasználást követően kisebb mértékben gátolták, majd később serkentették fejlődésükben. PÁNTOS, GYURKÓ, TAKÁTS és VARGA [48] búza és kukorica rhizoszférából izolált sugárgombák, egyes mikroszkópus gombák és a mikrofauna egyes csoportjainak fejlődését és tevékenységét vizsgálták különböző adagú Hungazin DT és PK, valamint Aktinit A és S preparátumok jelenlétében folyékony táptalajban. Megállapították, hogy a kezelést követő inkubációs idő első két hetében a gyakorlatban alkalmazott adagok általában gátolták vagy serkentették a vizsgált sugárgomba törzseket. A negyedik hét végére csupán a KA–37-es *Streptomyces* törzs gátolt fejlődését figyelték meg, míg a többi törzs esetében a korábban jelentkező serkentő és gátló hatások megszűntek. A mikroszkópus gombák közül a gyakorlatban szokásos Hungazin DT adag lényegesen csupán az *Aspergillus ustus* törzs fejlődését befolyásolta, serkentette. Általában a négy hét alatt megfigyelt kisebb gátló hatás a spórák csírázásának késésében jelentkezett.

A mikrofaunában megfigyelték, hogy e két herbicid a gyakorlatban használt töménységben (5 mg/kg) a talajlakó mikrofauna (*Flagellata*, *Amoebina*, *Testacea*, *Ciliata*, *Nematoda*, *Rotatoria*, *Tardigrada*) egyedeire lényeges káros hatást nem gyakorolt. Ötven napi tenyésztés során némi serkentő hatás is mutatkozott.

A TCA (Triklórecetsav) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 5–160 kg/kh, azaz 4,35–139 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

GELLER és KHARITON [25] szerint már 4,6 kg, azaz 4 mg/l adag hatására csökken a talajban az *Azotobacter* sp. és *Clostridium pasteurianum* baktériumok száma, valamint az ammonifikáló és nitrifikáló mikroszervezetek aktivitása és a cellulóze lebontása. KRATOCHVIL [36, 37] vizsgálataiban, zárt rendszerben a tenyészvények gáznomása 5,75–86,25 kg/kh, azaz 5–75 mg/l adag jelenlétében jelentősen csökkent. Mindezt a talajban élő mikroszervezetek gátolt életfolyamatainak a következményeként értelmezte. Egyes esetekben a 1150 kg/kh, azaz 1000,5 mg/l adagnak nem volt semmilyen hatása.

A 2, 4, 5-T (2, 4, 5-triklorfenoxi-ecetsav alapú) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 0,6–3 kg/kh, azaz 0,52–2,6 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

Több szerző szerint [19, 21] 5,75 kg/kh, azaz 5 mg/l adag 85%-osan, 14,37 kg/kh, azaz 12,5 mg/l adag teljesen gátolta a lóhere gyökerén a gumók képződését. A kb. kétszeres nagyságú, gyakorlatban alkalmazott adag már gátló hatásokat fejtett ki, FLETCHER [18] szerint a *Rhizobium trifolii* tenyésztés fejlődését azonban csak 50 mg/l azaz 57,5 kg/kh adag gátolta kisebb mértékben. Az adatokat összevéve úgy tűnik, mintha a mikroszervezetek fejlődését csak nagyobb adagok, azonban a gyökér-ferőtőzőképességüket, vagy a növény életfolyamatait már kisebb adagok is gátolták.

A DNBP (2,4-dinitro-o-szektulifenol alapú) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 1,5–3 kg/kh, azaz 1,3–2,6 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

GAMBLE, MEYHEW, CHAPPEL [24], HALE HULCHER és CHAPPELL [28] szerint 1,72 kg/kh, azaz 1,5 mg/l adag a talajban élő heterotróf mikroszervezetek számát és a nitrifikáló mikroszervezetekkel dúsított talajok oxigénfogyasztásáthatározottan csökkentette. A gyakorlatban gyomirtáshoz szokásos nagyságú adag kb. kétszerese

esetén a következő adatok szerint már depressziós hatást lehetett megfigyelni. CHAPPELL és MILLER [9] vizsgálataiban a *Sclerotium rolfsii* számát a talajban 5,17 kg/kh, azaz 4,5 mg/l adag csökkentette. RICHARDSON [51, 52] és mások [9] szerint 10 mg/l, azaz 11,5 kg/kh-nál kisebb adag a *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*, *Helminthosporium victoriae*, *H. sativum*, *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*, f. *oxysporum* f. *conglutinans* gombák fejlődését agarlemezekeken gátolta. COLMER [13] és mások [61] kísérleteiben a talajban élő gombák fejlődését már ugyancsak 10 mg/l, azaz 11,5 kg/kh adag gátolni kezdte.

A PCP (pentaklorfenol alapú) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 3–10 kg/kh, azaz 2,6–8,7 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

MÜLLER [43] szerint a *Verticillium albo-atrum* 0,5 mg/l, azaz 0,57 kg/kh adagtól 50%-osan károsodott, a *Cochliobolus miyabeanus* konidiumának csírázása 20 mg/l, azaz 23 kg/kh adagtól 40%-kal csökkent. CHAPPELL és MILLER [9] vizsgálatában 10 mg/l, azaz 11,5 kg/kh adag jelenlétében a *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*, *Helminthosporium victoriae*, *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*, f. *oxysporum* f. *conglutinans* növekedése csökkent. KRATOCHVÍL [36, 37] kísérleteiben manometrikus módszerrel mérte a talajt tartalmazó zárt tenyészedény rendszer gáznyomásának fokozódását és megállapította, hogy 2,3–9,2 kg/kh, azaz 2–8 mg/l adag jelentősen csökkentette a talaj ún. aktivitását.

A Nátriumklorát herbiciddel végzett vizsgálatok, amelyet a gyomirtáshoz általában 50–160 kg/kh, azaz 43, 54–139 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

NILSSON [46] szerint az *Azotobacter chroococcum* sejtszáma a tenyészetben 25 mg/l, azaz 28,8 kg/kh adag mellett csökkent, a légköri N_2 -kötése azonban egy napi késéssel, de erőteljesen megindult. STAPP, BUCKSTEEG [55] vizsgálataiban a gyakorlatban gyomirtáshoz használatos adagra érzékeny mikroszervezetek: *Bacillus amylobacter*, a cellulózbontó és a nitrifikáló baktériumok. A nitrifikáló mikroszervezetek fejlődését HARPER [29] szerint 57,5 kg/kh, azaz 50,02 mg/l a nitrifikáció folyamatait LATSHAW, ZAHNLEY [40] szerint 172,5 kg/kh, azaz 150 mg/l a denitrifikáció folyamatait NILSSON [46] kísérletében 57,7–230 kg/kh, azaz 50–200 mg/l adag gátolta. Az utóbbi két esetben azonban a kezelést követő későbbi időben a hatás megszűnését is tapasztalták.

A Cianamid hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 140–150 kg/kh, azaz 122–130 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

ALLISON [1], HAENSELER, MOYER [27], KUHN, DRECHSEL [38], MÜLLER [43, 44], NEUMANN [45], REMY [50], TAM, CLARK [57], WOLFF, A., WOLFF, G. [63] szerint 46–92–238–1150–5750 kg/kh, azaz 40–80–200–1000–5000 mg/l adag általában növelte a talajban élő baktériumok, Actinomycesek és a Penicilliumok számát, általában a gombák számát 1150 kg/kh, azaz 1000 mg/l-nél nagyobb adag pedig már csökkentette. BJÄLFE [5] és mások [57] szerint a nitrifikáló mikroszervezetek számát 92 kg/kh, azaz 80,04 mg/l adag növelte.

A CMU (3-p-klorfenil N,N-dimetilkarbamid) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 1,3–4 kg/kh, azaz 1,13–3,47 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

Több szerző [24, 28] szerint 1,15 kg/kh, azaz 1 mg/l adag a nitrifikáló mikroszervezetekkel gazdagított talajok oxigénfelvételét gátolta. BARJAC, TYSSEY, ROCHE és VACHER [4] vizsgálataiban 2 éven át gyomirtáshoz szokásos adagban használta fel a herbicidet, és azt tapasztalta, hogy ez a mikroflóra mennyiségét a talajban növelte. Azonban növényeket nem tartalmazó talajban végezték a vizsgálatokat, amelyben a C/N arány eltolódása is bekövetkezhetett és ennek következményeként is megfigyelhették a serkentő hatásnak mutató jelenséget. CHANDRA és társai [8] kísérletében 5,75–115 kg/kh, azaz 5–100 mg/l adag, a gyakorlatban szokásosnak már kétszerese, a talaj CO_2 termelését gátolta.

Az IPC (N-fenil-izopropilkarbamát) hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatok, amelyeket a gyomirtáshoz általában 15–25 kg/kh, azaz 1,3–2,17 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

GELLER és KHARITON [25] adatai szerint az ammonifikáló, a nitrifikáló, az *Azotobacter* sp. és a *Clostridium pasteurianum* aktivitása a talajban 4,6 kg/kh, azaz 4 mg/l adag hatására csökkent. Ez az adag mintegy kétszerese a gyakorlatban általában felhasznált mennyiségnek.

A Dalapon (2,2-diklorpropionsavas-Na) herbiciddel végzett vizsgálatok, amelyet a gyomirtáshoz általában 3–30 kg/kh, azaz 2,6–26,1 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60].

HALE, HULCHER és CHAPPELL [28] szerint a nitrifikánsokkal gazdagított talajok oxigénfelvételét 57,5 kg/kh, azaz 50 mg/l adag (a gyakorlatban felhasználásra

kerülőnek mintegy kétszeres mennyisége) serkentette. WORSHAM és GIDDENS [64] vizsgálatában a nitrifikációs folyamatokat a talajban 40,25 kg/kh, azaz 35 mg/l adag (a gyakorlatban szokásosnak mintegy másfélszeres mennyisége) a kezelést követően 3 héten keresztül gátolta.

Az irodalmi anyagot áttekintve megállapíthattuk, hogy a vizsgált herbicidek közül gyomirtáshoz általában szokásos nagyság körüli adagban csupán az MCPA (4-klór-2-metilfenoxi ecetsav alapú) hatóanyagú — amelyet gyomirtáshoz általában 0,8–2,5 kg/kh, azaz 0,69–2,17 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60], — a DNOC (4,6-dinitro-o-kresol alapú) hatóanyagú — amelyet a gyomirtáshoz általában 1,8–2,5 kg/kh, azaz 1,56–2,17 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60], — a 2,4,5-T — triklorfonoxiecetsav alapú) hatóanyagú — amelyet a gyomirtáshoz általában 0,6–3 kg/kh, azaz 0,52–2,6 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [60] — és a Szervetlen thiocianát hatóanyagú — amelyet a gyomirtáshoz általában 143,75 kg/kh, azaz 125 mg/l nagyságú adagban szokás felhasználni [15] — herbicid preparátumok nem voltak hatással a vizsgált mikroszervezetek fejlődésére és tevékenységére. Az előbbieket szerint a többi herbicidnek ilyen nagyságú felhasználása következtében egyaránt megfigyeltek serkentő és gátló hatásokat.

Meg kellett azonban állapítanunk azt is, hogy számos olyan vizsgálattal is találkozunk az irodalom tanulmányozása során, amelyek eredményeiből éppen az tűnik ki, hogy a gyakorlatban gyomirtáshoz felhasznált herbicid dózisok a talajban élő vizsgált mikroszervezetekre és tevékenységükre nem voltak hatással, illetve csak ennél kisebbeknek volt serkentő és csak sokkal nagyobb adagoknak volt gátló hatása.

Ilyen adatokkal találkozhattunk:

a 2,4-D hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan BOUILLENNE, BOUILLENNE-WALRAND [6], VIRÁG [62] és mások [10, 13, 16, 22, 23, 42, 47, 53, 59] publikációjában;

az MCPA hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan több szerző [16, 18, 19, 20, 21, 26] publikációjában;

a DNOC hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan THORNTON [59] publikációjában;

a Simazin-szerű hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan több szerző [8, 48, 53, 56] publikációjában;

a TCA hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan több szerző [10, 13, 36, 37, 51] publikációjában;

a 2,4, 5-T hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan BOUILLENNE, BOUILLENNE-WALRAND [6] publikációjában;

a DNBP hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan több szerző [13, 53] publikációjában;

a PCP hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan KOIKE, GAINEY [35] publikációjában;

a Nátriumklorát hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan JANSSON, TORS-
TENSSON [32] és mások [46, 55] publikációjában;

A Szervetlen thiocianát hatóanyagú preparátumokra vonatkozóan ÅSLANDER [3] publikációjában;

a Cianamid hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan REMY [50] publikációjában;

a CMU hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan SHKLYAR, VOEVODIN, BESHANOV [53] publikációjában;

az IPC hatóanyagú preparátumokkal kapcsolatosan több szerző [24, 25, 51, 53] publikációjában;

a Dalapon preparátumokkal kapcsolatosan WORSHAM, GIDDENS [64] publikációjában.

Az egymásnak ellentmondó adatok összevetésénél jelentkező ellentmondások felhívják a figyelmet arra, hogy a talajban élő mikroszervezetek és a talajba került herbicidek közötti kölcsönhatás folyamatai valószínűleg számos egyéb tényezőtől befolyásoltan zajlanak le. Ennek következtében fordul elő az, hogy eltérő körülmények között vizsgálva egy herbicidnek mikroszervezetekre gyakorolt hatását, esetenként serkentőnek, gátlónak, vagy éppen hatástalannak találjuk. Feltételezhető, hogy a kutatók egymásnak ellentmondó megállapításai az egyes preparátumok, az egyes mikroszervezetek, az egyes vizsgált jelenség színteréről szolgáló körülmények, valamint az alkalmazott vizsgálati módszerek eltérő sajátágaiból komplexen származnak. A téma további behatóbb tanulmányozása a jövőben megkívánná, hogy a különböző helyen folyó vizsgálatok eredményeinek megbízhatóbb összehasonlíthatósága érdekében itthon és nemzetközi szinten kooperáció jöjjön létre. Ennek keretében meghatározható lenne a vizsgálatok célkitűzése. Egységesíteni lehetne a vizsgálatok módszereit, amelyek lehetővé tennék az egyes kutatók vizsgálataiban rejlő, eltérő sajátágok következménye-

kon. Feltételezhető, hogy a laboratóriumi modellben a fizikai és kémiai körülmények mások, mint a természetes talajban és ezért a herbicidek hatása is más jellegű, mint a természetes talajokban. Valószínű, hogy a természetes talajba került herbicidek egy része a talaj herbicid szorpciós képessége szerint szorbeálódik és az ott élő mikroszervezetekkel legalább is egy ideig nem kerül kapcsolatba. Ezenkívül a modell, illetve talaj közti víztartalom különbség ugyancsak befolyásolhatja a kapcsolat lefolyását [39]. Lehetséges, hogy a talajban jelenlévő különböző vegyületek némelyike kémiai reakcióba lép a gyomirtó preparátumokkal és ennek következményeként egy része inaktív állapotba jut és a vegyszermaradék már nem hatásos olyan mértékben a mikroszervezetekre, mintha teljes egésze aktív maradt volna. Viszonylag egyszerűbbnek látszik, de az előbbiekhöz jellegében hasonló az ionantagonizmus élettani jelensége, amikor a rendszerben jelenlévő különböző ionok befolyásolják egymás hatását az élő szervezetre. Ismeretes [30], hogy a *Mucor pusillus*-ban 60 mg% szublimát mérgező hatását 4 gr% magnéziumsulfát kivédi. A szulfonamidok bakteriosztatikus hatását a p-aminobenzo-sav közömbösíti. Ehhez hasonló a pantoténsav és szulfopantoténsav, a pantoténsav és szalicilsav, a β -alanin és β -aminovajsav vegyületek között meglevő antagónizmus.

CURIER [14] tanulmányában elemzi, hogy a toxikus molekula oldószere és az oldatban jelenlévő egyéb anyagok, mint molekuláris környezet, befolyásolják a mérgező anyag hatását. A benzol levegőben diszpergálva 0,003 M/l, vízben oldva 0,008 M/l, parafinolajban még ennél is nagyobb koncentrációban volt letális a vizsgált növényre. A toxikus molekula környezetében jelenlévő egyéb anyag jelenléte befolyásolja a rendszer fizikai és kémiai állapotát, amelynek következtében a molekulának a hatáskifejtés helyére való kerülését befolyásolja. A különböző rendszerek eltérő sajátosságai szerint több okra visszavezethetően befolyásolódhat a jelenlévő preparátumok aktivitása a vizsgált mikroszervezetekre is.

3. Az irodalomban közölt vizsgálati adatokból megállapíthattuk továbbá, hogy a herbicidek eltérő adagjai a mikroszervezetek fejlődésére és tevékenységére az adag nagysága szerint eltérő jelleggel hathatnak.

ALLISON [1] és több szerző [27, 38, 43, 44, 45, 50, 57, 63] azt figyelték meg, hogy a Mésznitrogén preparátum mintegy 160

kg/ha adagban növelte, 1000 kg/ha-nál nagyobb adag pedig csökkentette a talajban élő mikroszervezetek számát. HALE, HULCHER és CHAPPEL [28] leírta, hogy a Dalapon gyomirtószer 100–300 kg/ha mennyiségben való jelenléte növelte, 1200 kg/ha dózis pedig csökkentette a vizsgált talaj O_2 -felvételét. FLETCHER [18], ŠHKLYAR, VOEVODIN, BESHANOV [53], COLMER [10,13], KOIKE, GAINNEY [35], VIRÁG [62], PÁNTOS, GYURKÓ, TAKÁTS és VARGA [48], DÖBEREINER, DA CRUZ-PAIXAO [16], egyes herbicidek növekvő adagjait vizsgálták különböző mikroszervezetek fejlődésére és tevékenységére. A kísérletek eredményei szerint általában a kisebb adagoknak nem volt hatása, a nagyobb dózisok pedig gátló jelleggel hatottak. COLMER [13] 5000 ppm 2,4-D-vel, FLETCHER és munkatársai [19,21] 25 kg/ha 2,4,5-T-vel, VEDROS, COLMER [61] és mások [13] 70–100 ppm DNBP, továbbá MÜLLER [43] 100 ppm PCP hatóanyagú herbicidekkel végzett kísérletükben azt tapasztalták, hogy a vizsgált mikroszervezetek fejlődését, vagy tevékenységét ezek az adagok teljesen megakadályozták. Az ennél kisebb mennyiségek felhasználása következtében pedig kisebb-nagyobb gátló hatásokat figyeltek meg.

Az irodalmi anyagban bőven találtunk arra utaló adatokat, hogy az egyes herbicidek kisebb adagjai serkentő, illetve közömbös, nagyobb adagjai gátló, illetve ölő hatásúak lehetnek a talajban élő mikroszervezetek fejlődésére, tevékenységére. Ezek szerint a herbicidek hatásának a jellege a mikroszervezetekre, mint ahogyan az a toxikus anyagokkal kapcsolatosan ismeretes is, az ARNDT-féle [30] törvény szerint alakul ki. Az egyes herbicidek esetében természetesen eltérő, hogy milyen koncentrációs tartományban serkentő, közömbös és gátló a preparátumok hatása. Mint már előbb elemeztük, a toxikus molekula és környezete fizikai és kémiai sajátossága befolyásolja a hatás kialakulását. Ezek után ezt kiegészíthettük még azzal is, hogy az előbbi hatást befolyásoló tényezők (bizonyos határok között) azt is szabályozzák, hogy milyen koncentrációs tartományban jelentkezik serkentő, közömbös és gátló hatással a preparátum.

4. Az irodalmi adatok elemzése során azt is megállapíthattuk, hogy egy herbicid hatása a különböző mikroszervezetekre eltérő lehet. Az élő organizmusban vegyi anyagokkal kiváltott életfolyamatok sajátosságát az illető kémiai anyag, az adott külső feltételek sajátossága és az adag nagysága mellett az élő szervezet adott körülmények

köztött meglévő sajátossága is együttesen alakítja ki. Az élő szervezet adott preparátummal szembeni szenzibilitása, illetve rezisztenciája a morfológiai és élettani sajátosságaiból fakad. A vegyszeres gyomirtás gyakorlatában jól ismert, hogy egyes herbicidekkel szemben a különböző növények rezisztenciája eltérő [60]. Részben a morfológiai tulajdonságaik — legalább is fejlődésük bizonyos szakaszán — a vegyületnek a hatáskifejtés helyére való kerülését gátolhatják. Másrészt a plazma sajátosságos biokémiai mechanizmusa — legalább is bizonyos határok és körülmények között — inaktívalhatja a vegyületet. Amennyiben az egyik vagy másik, illetve mindkét sajátosság olyan, hogy a herbicid toxikus hatásmechanizmusának kialakulását mérsékli vagy gátolja, úgy a növény ellenállónak mutatkozik a preparátummal szemben.

DOMSCH [15] különböző szerzők közleményei alapján a vizsgált baktériumokat 2,4-D hatóanyagú herbicidekkel szembeni rezisztenciájuk szerint csoportosította. 10.000 ppm-nél nagyobb adag gátolja fejlődésükben a nagy tűrőképességűeket: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aerobacter aerogenes*, *Serratia marcescens*. 1000 ppm-nél nagyobb adag gátolja fejlődésükben a közepes tűrőképességűeket: *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter chroococcum*, *A. agilis*, *Bacillus cereus* var. *mycoides*, *Sarcina lutea*. 1000 ppm-nél kisebb adag gátolja fejlődésükben a kevésbé tűrőket: *Rhizobium trifolii*, *Rhizobium phaseoli*, *Rhizobium japonicum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*. VIRÁG [62] vizsgálataiban a Dikonirt herbicid, a légzésben az *Aspergillus fumigatus*-t kevésbé gátolta, mint az *Aspergillus niger*-t és a DNOC hatóanyagú preparátummal szemben legrezisztensebb a *Penicillium glaucum*, a leg-szenzibilisebb az *Aspergillus niger* volt.

PÁNTOS, GYURKÓ, TAKÁTS, VARGA [48] vizsgálataiban egyes sugárgombák és mikrospórikus gombák a Hungazin DT és PK herbicidek azonos adagjaira többé-kevésbé eltérően reagáltak.

A TCA hatóanyagú herbicidek az oxigénfelvételt az *Azotobacter chroococcum* tenyészetben már kisebb, az *A. agilis*, *A. vinelandii* kultúrában csak nagyobb adag jelenlétében gátolták, továbbá a különböző talajok ún. biológiai aktivitása is eltérően változott azonos adagok következtében COLMER [13], KRATOCHVIL [36,37] vizsgálataiban.

VIRÁG [62] szerint az MCPA herbicid a 8. vizsgálati napon az *Aspergillus fumigatus* gombát 4000 mg/l, az *Aspergillus niger*

gombát pedig 2000 mg/l adagban gátolta teljesen fejlődésében.

MÜLLER [43] kísérleteiben a PCP hatóanyagú preparátum a *Verticillium albo-atrum* tenyészetet 0,5 ppm, a *Cochliobolus miyabeanus* kultúrát 20 ppm adagban gátolta fejlődésében.

STAPP, BUCKSTEEG [55] a Nátriumklorát herbicidekkel szemben érzékenyebbnek tartotta a *Bacillus amylobacter*-t, nitrifikáló, cellulóz-bontó mikroszervezeteket, mint az ún. spóráképző talajbaktériumokat.

A Mésznitrogén herbiciddel szemben ellenállóbbak MÜLLER [44] szerint a szaprofita gombák, mint a paraziták; HAENSELER, MOYER [27] szerint a savanyú talajokban élő baktériumok és sugárgombák, mint a gombák.

VEDROS, COLMER [61] vizsgálataiban a CMU hatóanyagú herbicid 20.000 ppm adagját a talajban élő mikroszervezetek közül az *Aspergillus terreus* bírta el.

WORSHAM, GIDDENS [64] szerint a Dalapon herbicid a gombák arányát növeli a talaj biocönózisában. Mindez csak úgy következhetett be, ha más érzékenyebb mikroszervezetek száma csökkent, mert az ún. általános mikroflóra mennyiségében nem figyeltek meg változást. VEDROS, COLMER [61] vizsgálataiban 25–35.000 ppm adagot az *Aspergillus niger* jobban, a *Cunninghamella* sp. kevésbé tűrte.

A bemutatott irodalmi anyag jól demonstrálja, hogy egyes herbicidekkel szemben a különböző mikroszervezetek eltérő érzékenységek lehetnek. Olyan vizsgálatról készített publikációkat azonban nem találtunk, amelyben a mikroszervezet morfológiai és biokémiai sajátosságainak herbiciddel szembeni szenzibilitásában betöltött szerepét elemezték volna. Ennek ellenére feltételezzük, hogy az egyes mikroszervezetek különböző herbicidérzékenységének az oka részben a közöttük lévő morfológiai és élettani különbségek között keresendő. De természetesen egyes mikroszervezeteknek az a tulajdonsága, hogy az illető herbicid hatóanyagát egy bizonyos maximális adagig lebonthatja, adott körülmények között tápanyagként fogyasztani is tudja, úgyszintén alapvető élettani sajátossággént értelmezhető a preparátummal szembeni rezisztenciájában. Feltételezhető, hogy a mikroszervezetek az egyébként optimális életfeltételek között kevésbé érzékenyek a herbicidek jelenlétére, mint az egyébként is kedvezőtlen körülmények között. Erre utalnak azok a közlések [4, 56] miszerint a jobb tápanyag ellátottság esetén csak nagyobb adagok gátolták a vizsgált mikroszervezeteket. Ezért a herbiciddel szembeni érzékenység kialakításában

az egyébkénti életfeltételek alakulásának is szabályozó szerepet kell tulajdonítanunk. Korábban kimutattuk, hogy a herbicid-molekula molekuláris környezete befolyásolja a hatás kialakítását. Az élőszervezetek ökológiai feltételei úgyszintén szabályozó szereppel bírnak, mert a szervezet különböző hatásokkal szembeni tűrőképességét befolyásolják.

Az irodalmi anyag elemzése során megállapíthattuk, hogy a herbicideknek mikroszervezetekre gyakorolt hatása különböző ideig érvényesült, a hatás nagysága csökkent, illetve megszűnt, sőt egyes esetekben ellenkező jellegűvé alakult át. DÖBEREINER, DA CRUZ-PAIXAO [16], I'LIN [31], KOIKE, GAINNEY [35] megfigyelték, hogy a 2,4-D hatóanyagú herbicidek kisebb adagjai hatására bekövetkezett serkentő hatás később megszűnt. ÁSLANDER [3], NILSSON [46] a nátriumklorát herbicid gátló hatását 8 hétnél hosszabbnak, de osztól tavaszig megszűnőnek találta. PÁNTOS, GYURKÓ, TAKÁTS és VARGA [48] a Hungazin DT és PK herbicidek hatásának vizsgálata során azt tapasztalták, hogy a kisebb adagok gátló hatása a vizsgált sugárgombák és mikroszkópius gombák tenyészeiben legkésőbb négy hét alatt általában megszűnt. Mások [8] szerint a CMU hatóanyagú gyomirtószer gátló hatása 8. hét után szűnt meg. Az IPC hatóanyagú herbicid legalább 12 hétig fejtett ki gátlást, a DNBP hatóanyagú preparátum gátló hatása pedig még 12 hét után is megfigyelhető volt GAMBLE, MEYHEW és CHAPPEL [24] kísérletében. WORSHAM, GIDDENS [64] szerint a Dalapon készítmény hatására megfigyelt gátlás három hét után megszűnt. ÁSLANDER [3] szerint 250 kg/kh szervetlen thiocianát adag öt hét után is aktív maradt a talajban. STEINBRENNER, NAGLITSCH, SCHLICHT [56] a Simazin, KOIKE és GAINNEY [35] a PCP hatóanyagú herbicid gátló hatását később megszűnőnek, majd serkentőnek találták.

Mint a bemutatott irodalmi adatok megvilágítják, az egyes herbicidek a vizsgált mikroszervezetek körében kiváltott hatása rövidebb-hosszabb idő után megszűnik. Különösen a gyakorlatban szokásos nagyságú adagok hatásai szűntek meg rövidebb idő alatt. Néhány esettől eltekintve, pár hónap alatt a mikroflórában okozott változás kiegyenlítődött. Feltételezhető, hogy ez általában mindig bekövetkezett, csupán a vizsgálatok nem terjedtek ki minden kísérletben a hatás időtartamának megfigyelésére. A talajba került herbicidek aktivitása különböző inaktíváló tényezők érvényesülése következtében fokozatosan csökken. A mikroszervezetek al-

kalmazkodóképessége viszonylag igen plasztikus. Az érzékeny mikroszervezetek csökkenését a cönózisban rezisztensebb szervezetek szaporodása követheti. Mindezek a jelenségek valószínű szabályozzák, hogy a talajba került preparátumok hatása meddig érvényesül, illetve a vizsgálatokban alkalmazott módszerekkel meddig mutatható ki. A talaj mikroflórájának történéseit igen sok tényező állandóan szabályozza. A mikroflóra a feltételek állandó változása szerint mindenkor ún. dinamikus változásban van [17].

A talajba kerülő herbicideknek mikroszervezetekre gyakorolt hatásával kapcsolatos rendelkezésünkre álló irodalmi anyagot áttekintve megállapíthattuk, hogy a kutatók általában megfigyelték a herbicidek gyakorlatban szokásos mennyiségének egyes mikroszervezetek fejlődésére és tevékenységére gyakorolt befolyásoló hatását, de ez a több tényezőtől szabályozott folyamat is feltételezhetően rövidebb-hosszabb idő után megszűnik. A talaj herbicides kezelésének a hatására bekövetkező mikroflóra változásnak a talaj termékenységére kiható következményeivel foglalkozó vizsgálatokra nem akadtunk. Így nem állt módunkban annak elemzése, hogy a mikroszervezetek fejlődésében és tevékenységében okozott változások a talaj termékenységét miként alakították. A herbicides gyomirtás eredményeként a gyomkártétel általában csökken, és így a gyomok terméseredményét korlátozó, csökkentő szerepe elmarad. Tehát a termés kialakításában a termés eredményét szabályozó ökológiai tényezők között a talaj csupán egyéb tényezők által kialakított termőképessége érvényesül. A termelés gyakorlatában a gyomirtás következményeként biztosított gyomos feltételekhez viszonyított nagyobb termés eredménye önmagában még nem mindig mutatja meg, hogy a herbicidek használata következtében okozott mikroflóra változás mennyiben csökkentette, vagy növelte a talaj természetes termékenységét. Erre választ adó vizsgálatok hiányában csupán azt állapíthattuk meg, hogyha egyes esetekben a vegyszeres gyomirtás hatására a talajban élő mikroszervezetek tevékenységében bekövetkezett változás a talaj természetes termékenységét is csökkentené és ez a termés eredményét az eredetileg gyommentes talaj terméseredményéhez képest csökkentené, akkor ennek mértéke azonban ma még mindig lényegesen kisebb, mint a gyomkártétel elmaradása következtében, a gyomos tábla terméseredményéhez viszonyított terméseredmény-növekedés nagysága. Ugyanis a megfelelő

vegyszeres gyomirtással gyomtalanított talajon általában mindig lényegesen nagyobb a termés nagysága, mint a gyomos talajon.

Irodalom

- [1] ALLISON, F. E.: The effect of cyanamid and related compounds on the number of microorganisms in soil. *J. agric. Res.* **23**. 1159—1166. 1924.
- [2] ANDERSON, G. R. & BAKER, G. O.: Some effects of 2,4-D in representative Idaho soils. *Agron. J.* **42**. 456—458. 1950.
- [3] ÅSLANDER, A.: Experiments on the eradication of Canada Thistle, *Cirsium arvense*, with chlorates and other herbicides. *J. agric. Res.* **36**. 915—934. 1928.
- [4] BARJAC, H. DE, TYSSET, C., ROCHE, A. & VACHER, B.: Action d'un herbicide à base d'urée substituée sur le sol et sa microflore. *Ann. Inst. Pasteur* **95**. 88—97. 1958.
- [5] BRÄLFVE, G.: The nitrification of calcium cyanamide and its effect on the soil microflora. *Kgl. Lantbruks-högskolans* **23**. 423—456. 1957.
- [6] BOUILLENNE, R. & BOUILLENNE-WALRAND, M.: De l'influence des hormones végétales de synthèse sur la croissance de *Fusarium vasinfectum*. *Bull. Acad. R. Belg. Classes Sci.* **37**. 557—566. 1951.
- [7] CARLYLE, R. E. & THORPE, J. D.: Some effects of ammonium and sodium 2,4-dichlorophenoxyacetates on legumes and the *Rhizobium* bacteria. *J. Amer. Soc. Agron.* **39**. 929—936. 1947.
- [8] CHANDRA, P., FURTICK, W. R. & BOLLEN, W. B.: The effects of four herbicides on microorganisms in nine Oregon soils. *Weeds* **8**. 589—598. 1960.
- [9] CHAPPELL, W. E. & MILLER, L. I.: The effects of certain herbicides on plant pathogens. *Plant Dis. Repr.* **40**. 52—56. 1956.
- [10] COLMER, A. R.: Effect of herbicides upon soil microflora as determined by soil plaques. *Bact. Proc. Amer. Bacteriologists* **53**. 16. 1953.
- [11] COLMER, A. R.: The action of 2,4-D upon the *Azotobacter* of some sugarcane soils. *Proc. south. Weed Conf.* **6**. 62. p. 1953.
- [12] COLMER, A. R.: The action 2,4-D upon the *Azotobacter* of some sugarcane soils. *Appl. Microbiol.* **1**. 184—187. 1953.
- [13] COLMER, A. R.: The use of plaques to gauge the effect of some herbicides upon the microflora of soil. *Proc. south. Weed Conf.* **7**. 237. p. 1954.
- [14] CURRIER, H. B.: Effects of toxic compounds: stimulation, inhibition, injury and death. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*. Springer-Verlag, Berlin, 792—825. 1956.
- [15] DOMSCH, K.: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenmikroflora. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem*, 107. 1963.
- [16] DÖBEREINER, J. & DA CRUZ-PAIXAO, J.: Acao dos herbicidas seletivos Agroxone, Ervozone, e Difenox A sobre a microflora do solo. *Portug. Acta biol.* **4**. 264—271. 1955.
- [17] FEHÉR, D.: Talajbiológia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1954.
- [18] FLETCHER, W. W.: Effect of hormone herbicides on the growth of *Rhizobium trifolii*. *Nature*. **177**. 1244. 1956.
- [19] FLETCHER, W. W., DICKENSON, P. B., FORREST, J. D. & RAYMOND, J. C.: The effect of soil applications of certain substituted phenoxyacetic and phenoxybutyric acids on the growth and nodulation of *Trifolium repens* sylvestre. *Phyton* **9**. 41—47. 1957.
- [20] FLETCHER, W. W., DICKENSON, P. B. & RAYMOND, J. C.: The effect of certain hormone herbicides on the growth and nodulation of *Trifolium repens* sylvestre in aseptic culture. *Phyton* **7**. 121—130. 1956.
- [21] FLETCHER, W. W. & RAYMOND, J. C.: Toxicity and breakdown of "hormone" herbicides. *Nature*, **178**. 151—152. 1956.
- [22] FLIEG, O.: Über das Verhalten von 2,4-D im Boden hinsichtlich mikrobieller Wirkungen, Beweglichkeit und Abbau. *Mitt. Biol. Zentralanst.* **74**. 133—135. 1952.
- [23] FLIEG, O. & PFAFF, C.: Über Wanderung und Abbau der 2,4-D im Boden sowie ihren Einfluss auf mikrobiologische Umsetzungen. *Landw. Forsch. Darmstadt* **3**. 113—123. 1951.
- [24] GAMBLE, S. J. R., MEYHEW, C. J. & CHAPPELL, W. E.: Respiration rates and plate counts for determining effect of herbicides on heterotrophic soil microorganisms. *Soil Sci.* **74**. 347—350. 1952.
- [25] GELLER, I. A. & HARITON, J. G.: Vlijanie gerbicidov na pocsvennuju mikrofloru. *Microbiologija* **30**. 494—499. 1961.
- [26] GOARIN, P. & DIDIER DE SAINT ARMAND, R.: Influence des herbicides sur la vie microbienne d'un sol de

- rizière. Agron. trop. Nogent-sur-Marne **12**. 508—519. 1957.
- [27] HAENSELER, C. M. & MOYER, T. R.: Effect of calcium cyanamide on the soil microflora with special reference to certain plant parasites. Soil Sci. **43**. 133—149. 1937.
- [28] HALE, M. G., HULCHER, F. H. & CHAPPELL, W. E.: The effects of several herbicides on nitrification in a field soil under laboratory conditions. Weeds **5**. 331—341. 1957.
- [29] HARPER, H. J.: The use of sodium chlorate in the control of Johnson grass. J. Amer. Soc. Agron. **22**. 417—422. 1930.
- [30] HORVÁTH, J.: Mikrobiológia. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [31] LLYN, A. M.: K voproszu o dejstvii gerbica 2,4-d na pocsvennue mikroorganizmü. Mikrobiologija **30**. 1050—1051. 1961.
- [32] JANSSON, S. L. & TORSTENSSON, G.: Om natriumkloraters reduction och inverkan på omsättningen i stallgödsel och halm. K. Skogs-Lantbruksakad. Tidskr. **96**. 365—383. 1956.
- [33] JOHNSON, E. J. & COLMER, A. R.: Relationship between magnesium and the physiological effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on Azotobacter vinelandii and Rhizobium meliloti. J. Bact. **73**. 139—143. 1957.
- [34] JOHNSON, M. K., MAGEE, L. A. & COLMER, A. R.: Some factors affecting the respiratory response of Azotobacter to 2,4-D and related compounds. Appl. Microbiol. **4**. 109—113. 1956.
- [35] KOIKE, H. & GAINES, P. L.: Effects of 2,4-D and CADE, singly and in combination, upon nitrate and bacterial content of soils. Soil Sci. **74**. 165—172. 1952.
- [36] KRATOCHVIL, D. E.: Effect of several herbicides on soil microorganisms. Proc. ann. Meetg. north. centr. Weed Control Conf. **7**. 102—103. 1950.
- [37] KRATOCHVIL, D. E.: Determination of the effect of several herbicides on soil microorganisms. Weeds **1**. 25—31. 1951.
- [38] KUHN, J. & DRECHSEL, O.: Der Einfluss des Kalkstickstoffs auf das Bakterienleben im Boden. Z. Pflernähr. **7**. B. 105—118. 1928.
- [39] KUNZ, H.: A termőhely hatása a klórozott metoxy-karbamid gyomirtószerek hatására és tartósságára. XV. Növényvédelmi Tudományos Értekezleten elhangzott előadások szövege. Magyar Agrártudományi Egyesület és Agrotröszt, Budapest, 75—84. p. 1965.
- [40] LATSHAW, W. L. & ZAHNLEY, J. W.: Experiments with sodium chlorate and other chemicals as herbicides for field bindweed. J. agr. Res. **35**. 757—767. 1927.
- [41] MICHAELSON, M. E., SCHAAL, L. A. & FULTS, J. L.: Some effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, its salts, and esters on several physiologic strains of the potato scab organism Actinomyces scabies (Thaxt.) Guss. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer. **13**. 267—270. 1948.
- [42] MORITA, S. & AOKI, A.: The effect of 2,4-D on the microbial action in orchard soils. Saikyo Univ. Fac. agric. Sci. Rept. **2**. 1—4. 1952.
- [43] MÜLLER, H.: Über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf die verschiedenen Mikroorganismengruppen insbesondere auf Schadpilze im Boden. Mitt. Biol. Zentralanst. **74**. 23—27. 1952.
- [44] MÜLLER, H.: Untersuchungen über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf pathogene und nicht pathogene Mikroorganismen des Bodens. Arch. Mikrobiol. **22**. 285—306. 1955.
- [45] NAUMANN, K.: Die Beeinflussung der Bodenmikroflora durch hochprozentige Parathionzusätze bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit. Naturwissenschaften **45**. 395—396. 1958.
- [46] NILSSON, P. E.: The action of chlorate on some microbial phenomena in the soil. Kgl. Lantbrukshögsk. **18**. 60—73. 1951.
- [47] PAYNE, M. G. & FULTS, J. L.: Some effects of 2,4-D and Colorado 9 on root nodulation in the common bean. J. Amer. Soc. Agron. **39**. 52—55. 1947.
- [48] PÁNTOS GY., GYURKÓ P., TAKÁTS T. & VARGA L.: Die Wirkung der in der Praxis angewandten Herbizide auf einige Arten der Mikroflora und Mikrofauna des Bodens, auf einige Mykorrhiza-Pilze und die biologische Inaktivierung der Herbizide. Acta Agron. Hung. **13**. 21—60. 1964.
- [49] POCHON, J., TARDIEUX, P. & CHARPENTIER, M.: Recherches sur les interactions entre les aminotriazines herbicides et la microflore bacterienne tellurique. Compt. rend. Acad. Sci. **250**. 1555—1556. 1960.
- [50] REMY, T.: Untersuchungen über die Wirkung des Kalkstickstoffs auf verschiedene Bodenarten, Zbl. Bakt. Abt. **2**. **18**. 315—324. 1907.
- [51] RICHARDSON, L. T.: Effect of insecticides and herbicides applied to soil on

- the development of plant diseases. I. The seedling disease of barley caused by *Helminthosporium sativum* P. K. and B. *Canad. J. Plant Sci.* **37**. 196—204. 1957.
- [52] RICHARDSON, L. T.: Effect of insecticides and herbicides applied to soil on the development of plant diseases. II. Early blight and *Fusarium* wilt of tomato. *Canad. J. Plant Sci.* **39**. 30—38. 1959.
- [53] SHKLYAR, M. Z., VOEVODIN, A. V. & BESHANOV, A. V.: Effect on the soil microflora of herbicides applied before the emergence of crop seedlings. *Agrobiologija* **2**. 222—225. 1961.
- [54] SLEPECKY, R. A. & BECK, J. V.: The effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on nitrification in soil. *Bact. Proc. Amer. Bakteriologists* **50**. 17—18. 1950.
- [55] STAPP, C. & BUCKSTEEG, W.: Untersuchungen über die Beeinflussbarkeit mikrobiologischer Vorgänge im Boden durch das Unkrautbekämpfungsmittel Natriumchlorat. *Zbl. Bakt. Abt. 2*. **97**. 1937. 9—33.
- [56] STEINBRENNER, K., NAGLITSCH, F. & SCHLICHT, I.: Der Einfluss der Herbizide Simazin und W 6658 auf die Bodenmikroorganismen und die Bodenfauna. *Albrecht-Thaer-Arch.* **4**. 611—631. 1960.
- [57] TAM, R. K. & CLARK, H. E.: The action of calcium cyanide as a soil disinfectant. *Soil Sci.* **57**. 359—365. 1944.
- [58] TEATER, R. W., MORTENSEN, J. L. & PRATT, P. F.: Effect of certain herbicides on rate of nitrification and carbon dioxide evolution in soil. *J. Agric. Food Chem.* **6**. 214—216. 1958.
- [59] THORNTON, G. D.: Some effects of D-D, EDB and chloropicrin on microbiological action in several Florida soils. *Soil and Crop Sci. Soc. Florida Proc.* **12**. 68—71. 1952.
- [60] UBRIZSY, G.: *Vegyszeres gyomirtás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.* 1962.
- [61] VEDROS, N. A. & COLMER, A. R.: The use of soil plaques to gauge the effect of some herbicides on the fungal flora of Mhoon soil. *Proc. Louisiana Acad. Sci.* **22**. 82—89. 1959.
- [62] VIRÁG, Á.: *Vegyí gyomirtószerek hatása néhány mikroszkópikus gombára. Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Karának Közleményei.* 343—356. 1958.
- [63] WOLFF, A. & WOLFF, G.: Über den Einfluss des Kalkstickstoffs auf die Mikroflora des Bodens. *Zbl. Bakt. Abt. 2*. **81**. 221—230. 1930.
- [64] WORSHAM, A. D. & GIDDENS, J.: Some effects of 2,2-dichloropropionic acid on soil microorganisms. *Weeds* **5**. 316—320. 1957.

TAKÁTS TAMÁS

Érkezett: 1966. szeptember 6.